

1 O masă  $m = 320\text{ g}$  oxigen ( $\mu_{\text{O}_2} = 32\text{ g/mol}$ ) aflat în starea inițială caracterizată de parametrii  $p_1 = 2 \cdot 10^5\text{ Pa}$  și  $t_1 = 27^\circ\text{C}$ , evoluează după un proces termodinamic ciclic  $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 1$  compus din: transformarea  $1 \rightarrow 2$ , în cursul căreia dependența presiunii de volum respectă legea  $p = aV$ ,  $a = \text{ct}$ ,  $a > 0$ , răcirea izobară  $2 \rightarrow 3$  până la un volum  $V_3 = V_1$  și procesul izocor  $3 \rightarrow 1$ . Se cunoaște că presiunea în starea 2 este  $p_2 = 2p_1$ .

- Reprezentați grafic procesul ciclic în coordonate  $(p, V)$ .
- Calculați numărul de moli de oxigen.
- Determinați temperatura gazului în starea 3.
- Calculați densitatea gazului în starea 2.

23 Într-o cutie izolată adiabetic se introduce un hamster cu masa  $m = 50\text{ g}$ . Cutia conține o masă de aer  $m_{\text{aer}} = 60\text{ g}$ , având căldura specifică  $c_{\text{aer}} = 1020\text{ J/(kg} \cdot \text{K)}$ . Atunci când hamsterul aleargă încontinuu în cutie, temperatura aerului din încălț crește cu  $\Delta t = 15^\circ\text{C}$  pe oră. Hamsterul se hrănește cu semințe, care prin metabolizare îi furnizează acestuia o energie  $E = 25\text{ J}$ , pentru fiecare gram de mâncare îngurgitat. Neglijă transferul de căldură între aer și pereții cutiei și estimează:

- cantitatea de energie pe care o aduce hamsterului o masă de semințe egală cu propria sa masă;
- cantitatea de căldură cedată de hamster aerului din cutie într-o oră;
- energia pe care trebuie s-o ia din hrană hamsterul într-o oră pentru încălzirea aerului, dacă randamentul conversiei energiei obținute din hrană în căldură este de 15%;
- masa de semințe pe care trebuie să le mănânce hamsterul într-o oră, în condițiile precizate mai sus.
- lucrul mecanic efectuat de hamster dacă folosește pentru acesta 20% din energia furnizată de semințele mâncate.

24 O masă  $m = 160\text{ g}$  oxigen ( $\mu = 32\text{ g/mol}$ ), se află la presiunea  $p_1 = 1\text{ MPa}$  și temperatura  $t_1 = 47^\circ\text{C}$ . Gazul este supus unei transformări în care presiunea rămâne constantă, până la un volum de patru ori mai mare, apoi unei transformări în care volumul gazului rămâne constant, astfel încât presiunea se micșorează de două ori. Determinați:

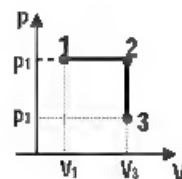
- temperatura gazului în starea inițială, în unități din S.I.;
- volumul ocupat de gaz în starea inițială;
- temperatura gazului la sfârșitul destinderii izobare;
- densitatea oxigenului în starea finală.
- Reprezentați grafic, în coordonate  $(p, V)$ , succesiunea de transformări suferită de gaz.

27 O masă  $m = 3,2\text{ kg}$  de oxigen ( $\mu = 32\text{ kg/kmol}$ ) ocupă în starea inițială volumul  $V_1$  la temperatura  $T_1 = 300\text{ K}$  și presiunea  $p_1 = 10^5\text{ N/m}^2$ . Gazul se destinde la temperatură constantă până la volumul  $V_2 = 2V_1$ , apoi este comprimat la presiune constantă până la volumul  $V_3 = V_1$ . Se cere:

- numărul moleculelor de oxigen ce alcătuiesc gazul;
- volumul inițial ocupat de gaz;
- densitatea minimă atinsă de gaz;
- reprezentarea transformărilor  $(1) \rightarrow (2) \rightarrow (3)$  în coordonate  $p - V$ .

28 O cantitate  $\nu = 2\text{ moli}$  de oxigen ( $\mu = 32\text{ g/mol}$ ) evoluează din starea de echilibru termodinamic 1, caracterizată de parametrii  $p_1$ ,  $V_1$  și  $T_1 = 300\text{ K}$ , în starea 3 caracterizată de parametrii  $p_3$ ,  $V_3$ ,  $T_3$ . Procesul termodinamic este reprezentat în graficul alăturat. Se

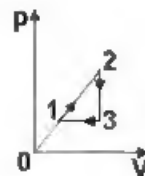
știe că între parametrii stărilor inițială și finală există relațiile:  $V_3 = 3V_1$ ,  $p_3 = \frac{p_1}{2}$ .



- Precizați și justificați sensul variației temperaturii în transformările 1-2, respectiv 2-3;
- Calculați masa unei molecule de  $\text{O}_2$ ;
- Calculați numărul de molecule de  $\text{O}_2$ ;
- Determinați temperatura  $T_3$ .

29 O masă  $m = 64\text{ g}$  de oxigen molecular ( $\mu = 32\text{ g/mol}$ ) parcurge ciclul din figura alăturată în care se cunosc  $t_1 = 127^\circ\text{C}$  și  $V_1 = 10\text{ l}$ . Volumul în starea 2 are valoarea  $V_2 = 2V_1$ . Determinați:

- numărul de molecule din unitatea de volum în starea 1;
- presiunea  $p_2$  a gazului în starea 2;
- temperatura gazului în starea 2;
- densitatea gazului în starea 3.



33 Gazul ideal închis etanș dintr-un corp de pompă cu volumul  $1\text{ l}$  se află la o presiune egală cu jumătate din valoarea presiunii atmosferice și efectuează următoarea succesiune de transformări:

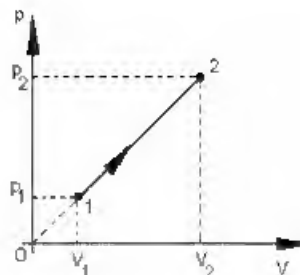
AB: pistonul fiind blocat, gazul primește căldură până când presiunea atinge valoarea presiunii atmosferice ( $p_0 = 10^5\text{ Pa}$ );

BC: pistonul este deblocat și gazul primește căldură până când volumul se dublează la presiune constantă;

CD: se blochează iar pistonul și gazul este răcit până când ajunge la presiunea inițială.

- Reprezentați transformarea ABCD în coordonate Clapeyron:  $(V, p)$ .
- Justificați faptul că temperatura gazului în starea D este aceeași cu temperatura gazului în starea B.
- Calculați raportul temperaturilor gazului în starea C și în starea A.
- Calculați numărul de moli de gaz aflat în corpul de pompă dacă temperatura gazului în starea D este  $T_D = 300\text{ K}$ .

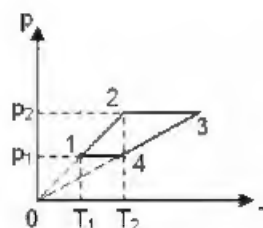
- 37 O cantitate  $\nu = 10$  moli de gaz ideal cu masa molară  $\mu = 4 \text{ g/mol}$  evoluează conform graficului din figura alăturată, din starea 1, cu parametrii  $p_1 = 10^5 \text{ N/m}^2$ ,  $V_1 = 40 \text{ L}$ , în starea 2 cu  $p_2 = 2,5 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ . Determinați:
- temperatura gazului în starea 1;
  - densitatea gazului în starea 1;
  - volumul gazului în starea 2;
  - variația temperaturii gazului.



- 59 Într-un balon cu pereți rigizi, de volum  $V = 2 \text{ l}$ , se află  $m = 1,12 \text{ g}$  azot molecular (gaz diatomic) la presiunea  $p_1 = 49,86 \text{ kPa}$  ( $\mu = 28 \text{ g/mol}$ ). În urma încălzirii azotului până la temperatura  $\theta_2 = 1527^\circ \text{C}$  gazul ajunge într-o nouă stare de echilibru, în care un sfert din cantitatea de azot a disociat în atomi. Determinați:
- temperatura gazului în starea inițială;
  - densitatea gazului;
  - numărul de moli în starea finală;
  - temperatura absolută a gazului în starea finală;
  - presiunea gazului în starea finală.

- 63 O cantitate de heliu ( $\mu_{\text{He}} = 4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ), considerat gaz ideal, se găsește într-un cilindru izolat adiabatic prevăzut cu un piston mobil care se poate mișca fără frecare. Inițial, volumul ocupat de gaz este  $V_1 = 0,6 \text{ m}^3$ , presiunea este  $p_1 = 2 \text{ MPa}$  și temperatura are valoarea  $T_1 = 300 \text{ K}$ . Gazul se destinde până la un volum final  $V_2 = 8 \cdot V_1$ , între parametrii acestuia în starea inițială și parametrii din starea finală existând relația:  $p_1 \cdot V_1^\gamma = p_2 \cdot V_2^\gamma$ , unde  $\gamma = 5/3$ . Determinați:
- numărul de molecule de heliu din sistem;
  - presiunea gazului la finalul destinderii;
  - temperatura gazului după destindere;
  - Printr-o comprimare izobară la presiunea  $p_2$ , se trece din starea 2 în starea 3 în care  $V_3 = V_1$ . Determinați temperatura gazului în starea 3.

- 71 O cantitate constantă de azot ( $\mu = 28 \text{ g/mol}$ ) suferă transformările reprezentate în coordonate  $(p, T)$  în graficul din figura alăturată. Se cunosc parametrii gazului în starea inițială  $p_1 = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $V_1 = 10^{-3} \text{ m}^3$ ,  $T_1 = 300 \text{ K}$  și presiunea gazului în starea 2,  $p_2 = 1,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ .



- Reprezentați procesul ciclic în coordonate  $(p, V)$ .
- Determinați masa de azot supusă procesului ciclic.
- Calculați numărul de molecule de azot.
- Determinați densitatea azotului în starea 3.

- 73 Un cilindru orizontal, închis la ambele capete, este împărțit în două compartimente cu ajutorul unui piston etanș de grosime neglijabilă. Cilindrul are lungimea  $\ell = 2 \text{ m}$  și secțiunea  $S = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$ , iar inițial pistonul se află în echilibru la jumătatea cilindrului. În cele două compartimente se află aer în condiții normale de presiune și temperatură ( $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$ ,  $T_0 = 273 \text{ K}$ ). Se deplasează pistonul pe distanța  $h = 10 \text{ cm}$  față de poziția inițială, temperatura gazelor rămânând constantă. Determinați:

- presiunea gazului din fiecare compartiment pentru cazul în care pistonul este menținut deplasat;
- forța necesară pentru a menține pistonul în poziția finală;
- temperatura finală a gazului din compartimentul mai mic astfel încât după încetarea forței, pistonul să rămână în echilibru. Se admite că temperatura gazului din celălalt compartiment rămâne nemodificată.

- 92 Să admitem că atât căldura primită de aerul dintr-o cameră de la agentul termic din calorifer, cât și căldura cedată de aerul din cameră mediului exterior sunt direct proporționale cu diferențele de temperatură dintre sursele care schimbă căldură. Într-o zi în care temperatura mediului exterior este  $t_{e1} = -20^\circ \text{C}$ , iar

- temperatura agentului termic este  $t_a = 60^\circ \text{C}$ , temperatura în cameră se menține la  $t_1 = 20^\circ \text{C}$ . Se cer:
- temperatură  $t_2$  care s-ar putea menține în cameră într-o zi în care temperatura mediului exterior este  $t_{e2} = -40^\circ \text{C}$ , dacă temperatura agentului termic rămâne  $t_a = 60^\circ \text{C}$ ;
  - temperatura pe care ar trebui să o aibă agentul termic pentru ca în ziua în care temperatura mediului exterior este  $t_{e2} = -40^\circ \text{C}$  în cameră să poată fi menținută temperatura  $t_1 = 20^\circ \text{C}$ ;
  - temperatura mediului exterior, dacă temperatura agentului termic este  $t_a = 60^\circ \text{C}$ , iar temperatura în cameră se menține la  $t_3 = 25^\circ \text{C}$ .